

## Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: IV. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes continentales de Península Valiente

Héctor M. Guzmán y Carlos A. Guevara

Smithsonian Tropical Research Institute Unit 0948, APO AA 34002-0948, U.S.A. e-mail: guzmanh@naos.si.edu

Recibido 6-V-2000. Corregido 25-VIII-2000. Aceptado 19-IX-2000.

**Abstract:** This is the fourth and last contribution describing the individual structure, distribution and conservation status of coral reefs in the Province of Bocas del Toro. Here we describe 14 new reefs along 129 km of coast from Península Valiente to Río Calovébora. Average live coral coverage for this region was 17.1% ( $\pm 3.6\%$ ), mainly in the western region of the peninsula (Bahía Bluefield and Ensenada Tobobe). Coral cover increases with depth ( $> 5$  m) for most species at several reefs and the corals *Porites furcata* and *Acropora palmata* dominated shallow waters. *Acropora palmata* was found abundant in 43% of the studied reefs and toward the regions of the Ensenada Tobobe and Punta Valiente. Coral recruitment rates were similar in distribution to those reefs with greater coral coverage, with average densities of 4 recruits/m<sup>2</sup> (maximum 9 recruits/m<sup>2</sup>) and mainly *Agaricia spp.*, *Porites astreoides* and *Siderastrea siderea*. The greater diversity of corals and sponges was recorded toward the western side of the peninsula, with a total of 55 coral species in the study area, including two new records for Bocas del Toro (59 species in total), *Dichocoenia stellaris* and *Madracis luciphila* and increasing the diversity of corals of Panama to 65 species. We found 24 species of octocorals and *Gorgonia mariae*, *Muriceopsis sulphurea* and *Muricea laxaosens*, are informed for the first time to the area, increasing in 10% the diversity for Bocas del Toro (32 in total). We recorded 48 sponges, including five new species for the area and representing an increase of 9% in the total number (58). Large populations of *Acropora palmata* were found in the Ensenada Tobobe, what justifies once again the need for modifying the existing protected area, so that this new region is incorporated within the conservation plans.

**Key words:** Coral reefs, Panama, Bocas del Toro, *Acropora*, biodiversity, marine conservation.

Los recursos marinos de la zona costera de la región de Bocas del Toro, particularmente los arrecifes coralinos, comenzaron a ser evaluados en 1997. Este evaluación sistemática se implementó por la necesidad de describir la distribución y estado actual de estos ecosistemas con fines de conservación e investigación. Para ese entonces, la Provincia de Bocas del Toro comenzó a ser considerada como una prioridad de desarrollo a nivel nacional sin haberse definido un ordenamiento territorial adecuado a las necesidades locales que permi-

tiese el manejo y uso de estos recursos a largo plazo. La ausencia de protección integral de los ecosistemas marino-costeros de la región y la falta de ordenamiento territorial han permitido el deterioro acelerado de bosques de manglar y arrecifes coralinos. El turismo desorganizado ya está afectando a la zona costera.

Hasta la fecha se han publicado tres estudios donde se describen la diversidad y el estado de conservación de 57 arrecifes de Bocas del Toro. Primeramente, Guzmán y Guevara (1998a) describen los arrecifes que bordean la

zona litoral continental o de tierra firme desde Punta Valiente hasta la desembocadura del Río Changuinola (ca. 208 km de zona costera) y además, presentan una introducción más amplia a la geología, orografía e hidrografía de la región. En dichos arrecifes se encontró una cobertura promedio de coral vivo de 37% y una diversidad de corales que representaba el 53% del total de especies conocidas para el país (*sensu* Holst y Guzmán 1993). Esta cobertura de corales podría considerarse entre la más alta registrada para el Caribe de Panamá hasta el momento y llama la atención el hecho de que proviene de arrecifes donde se esperaba encontrar comunidades afectadas por una alta influencia terrígena.

Posteriormente, se evalúan la distribución de arrecifes coralinos a lo largo de la costa de las islas de Bastimentos, Solarte, Carenero y Colón (ca. 120 km). Se describe la estructura de 18 arrecifes coralinos, los cuales representan la diversidad de hábitats y condiciones orográficas e hidrológicas de la zona costera del archipiélago. Los arrecifes encontrados en hábitats a barlovento de las islas (expuestos) son menos diversos en corales y presentan una cobertura de coral vivo baja (8%), mientras que los arrecifes de hábitats protegidos (sotavento) son los de mayor diversidad y cobertura de coral (32%). Se registra un aumento del 35% en el número de especies de corales para Bocas del Toro; el total de especies conocidas para la región es de 54, lo cual representa el 88% del total de la diversidad para Panamá. Además, se encuentra que los arrecifes del Parque Nacional Marino Isla Bastimentos (PNMIB) no representan la variedad de hábitats, diversidad de especies y abundancia que están presentes en otras localidades fuera de los límites del área protegida. Se señalan entonces recomendaciones para el manejo integral de los recursos naturales marinos del archipiélago de Bocas del Toro, donde se proponen por primera vez variantes a los límites existentes del área protegida y la creación de nuevas categorías de protección (reservas biológicas), entre otros (Guzmán & Guevara 1998b).

En un último estudio, Guzmán & Guevara (1999) hacen un reconocimiento - ca. 107.5 km en total - detallado de la zona costera insular donde se evaluó la distribución de los arrecifes coralinos de las islas Pastores, Cristóbal, Popa y Cayo Agua. Se describen un total de 24 arrecifes, los cuales representan las formaciones típicas para las distintas localidades. Los resultados de este último trabajo integrados a la información ya existente, permiten identificar por primera vez para el archipiélago la "zona de alta diversidad" de los organismos sésiles considerados importantes constructores de arrecifes coralinos (corales escleractínicos, octocorales y esponjas). El número de especies de corales escleractínicos para todo el archipiélago de Bocas del Toro aumenta a 57 en total y se actualizan también los registros a un total de 64 especies para Panamá. Esto implica que el archipiélago alberga el 89% de las especies del país, de las cuales 96% o más están distribuidas en los arrecifes de la "zona de alta diversidad" señalada. De igual forma, la diversidad de octocorales aumenta a 29 especies (16%) y las esponjas experimentan un incremento de 16 nuevas especies (30%) para un total de 53 especies. Se encuentran en la "zona de alta diversidad" el 94% y 97% para esponjas y octocorales, respectivamente. Como resultado, se presentaron ciertas recomendaciones generales a los administradores de recursos, siendo dos las más importantes: (1) modificar los límites existentes del PNMIB, de forma que se protejan las nuevas áreas identificadas que albergan la mayor diversidad general del archipiélago y la mayor abundancia de especies amenazadas (*Acropora spp.*); y (2) detener los planes actuales para la elaboración del primer plan de manejo del área protegida existente, de forma que se incorporen la nueva información sobre centros de diversidad (Guzmán & Guevara 1999).

El presente estudio, cuarto y último donde se describen los arrecifes coralinos de Bocas del Toro y su estado de conservación en forma individual, contempla los arrecifes continentales comprendidos entre la Península Valiente y el Río Calovébora.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** la Provincia de Bocas del Toro se encuentra localizada al occidente de la República de Panamá entre los 8°30' y 9°40' de latitud norte y 82°56' y los 81°8' de longitud oeste; limita al norte con el Mar Caribe, al sur con la Provincia de Chiriquí, al este con la Provincia de Veraguas y al oeste con la República de Costa Rica. La provincia tiene una superficie de ca. 8 917 km<sup>2</sup> (Rodríguez *et al.* 1993). Los mayores centros poblados de la región insular están localizados en las Islas Bastimentos, Colón y Carenero. El área que contempla el presente estudio se inicia desde Punta Bluefield hasta la desembocadura del Río Calovébora, límite oriental de la Provincia. Además, incluye los bajos de octocorales al frente de Punta Valiente, los arrecifes que bordean los cayos Tigres y Plátanos y un bajo aislado encontrado en el Canal del Tigre (# 58), a 6 km al suroeste de Punta Bluefield (Fig.1). En esta región se encuentran numerosas comunidades indígenas, destacándose los poblados de Tobobe, Cusapín y Bahía Bluefield como las de mayor población indígena e infraestructura, además, de ser las áreas más deforestadas.

Reconocimiento de arrecifes y muestreo: el estudio comprende tres aspectos puestos en práctica en los estudios anteriores: 1) distribución de los arrecifes coralinos; 2) inventario sobre la diversidad (número de especies) de corales y algunos organismos principales asociados al arrecife (corales, esponjas, octocorales, zoántidos); y 3) zonación, cobertura y abundancia relativa de corales y principales organismos sésiles en arrecifes de la región. Estos aspectos han permitido evaluar el estado actual del ecosistema y proyectar así las áreas naturales vulnerables a programas de desarrollo. Para cada arrecife descrito se realizaron dos tipos de evaluaciones (adaptado de Sullivan y Chiappone 1992, Sullivan *et al.* 1994). Guzmán y Guevara (1998a) explican detalladamente como se evaluaron los arrecifes, incluyendo la descripción cualitativa de hábitats, diversidad de especies y la caracterización

cuantitativa de los arrecifes por medio de transectos. En resumen, se estimó la cobertura de cada organismo sésil presente en transectos a tres profundidades, empleando una cuadrícula de PVC de 1 m<sup>2</sup> subdividida en 100 celdas de 100 cm<sup>2</sup> cada una (total de 45 m<sup>2</sup> por arrecife, 15 m<sup>2</sup> por profundidad). Además, se estimó el número de individuos juveniles o reclutas/m<sup>2</sup> de especies de coral presentes en los transectos, tomando en cuenta únicamente los individuos menores a 4 cm, producto de reproducción sexual (*sensu* Rylaarsdam 1983, Rogers *et al.* 1984). La numeración asignada a los arrecifes, comenzando por el 58, corresponde a la secuencia de la base de datos del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, la cual contiene otros arrecifes descritos anteriormente para la región (ver Guzmán y Guevara 1998a, 1998b, 1999).

## RESULTADOS

Como en estudios anteriores, se estimó una distancia mínima de separación entre los arrecifes descritos de ca. 3 km (donde existen estos) para obtener un muestreo representativo de la diversidad de hábitats y condiciones orográficas de la zona costera continental y no de una área en particular. Se describen 14 arrecifes coralinos para un total de 129 km de costa evaluados (Fig. 1, Cuadro 1). Los resultados se presentan analizando toda el área del presente estudio en su conjunto.

**Distribución de la cobertura de coral:** la cobertura total entre los arrecifes (n=14) de esta región fue de 17.1% (±3.6%) y para algunas especies de corales escleractínidos fue en el siguiente orden de importancia: *Porites furcata* > *Agaricia tenuifolia* > *Siderastrea sidera* > *Montastraea cavernosa* > *Porites astreoides* (Cuadro 2). Se encontraron coberturas promedios cercanas o superiores al 20% en seis de los 14 arrecifes descritos, con un ámbito comprendido entre 3 al 50% (Fig. 2). La mayor cobertura se da en el sector occidental de la península, en particular la zona interna de Bahía Bluefield, y en el sector de Tobobe. Es

importante notar que en estos arrecifes también se encontró la mayor cobertura de sustrato muerto o desnudo. La cobertura de coral mayor cuando aumenta la profundidad ( $> 5$  m) en la mayoría de los arrecifes (Fig. 3), con dos importantes excepciones; el coral *Porites furcata* y *Acropora palmata*, que dominan las aguas superficiales de los arrecifes 61 y 67, respectivamente. El coral *Acropora palmata* se

encontró únicamente en seis de los 14 arrecifes estudiados, concentrándose su mayor presencia hacia el sector de la Ensenada Tobobe y Punta Valiente, mientras que *A. cervicornis* se encontró en el arrecife de Zapadilla, también en la ensenada (Cuadro 3, Fig. 1). La cobertura menor se da en los arrecifes expuestos al oleaje o corrientes y que presentan un desarrollo vertical más limitado (ver Fig. 1).

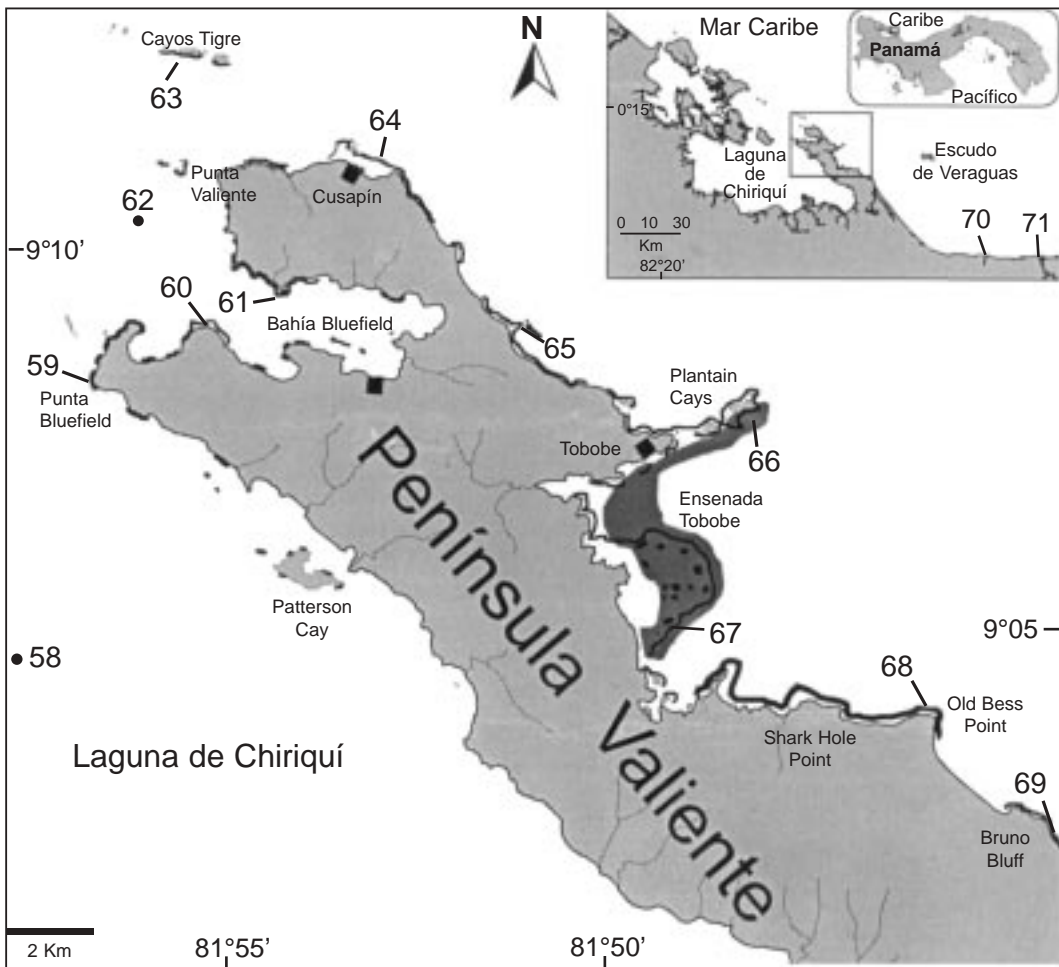


Fig. 1. Mapa de Bocas del Toro (recuadro superior derecho) indicando el área principal de estudio en Península Valiente y la ubicación geográfica de los 14 arrecifes descritos correspondientes al Cuadro 1. La línea sólida de trazado negro representa la distribución aproximada de los arrecifes y el área demarcada en gris oscuro corresponde al sector de mayor abundancia de arrecifes de *Acropora palmata* de Bocas del Toro. Nótese la ubicación de los arrecifes 70-71 en el recuadro superior, encontrándose el Río Calovébora al final del recuadro a la derecha. El Canal del Tigre es la entrada que permite la navegación hacia la Laguna de Chiriquí y se encuentra al oeste de la Península Valiente y el lado este de Cayo Agua.

CUADRO 1

Localización de los 14 arrecifes coralinos estudiados entre Península de Valiente y el Río Calovébora, Bocas del Toro, Panamá (ver Fig. 1), y la profundidad máxima de desarrollo arrecifal (metros).

N°	Latitud/Longitud	Localidad	m
58	9°05'59"N/81°58'40"W	Roca Chiriquí (parche)	8.7
59	9°08'23"N/81°56'56"W	Punta Bluefield	6.7
60	9°09'08"N/81°55'14"W	Punta Creek	10.7
61	9°09'22"N/81°54'34"W	Punta Alegre	14.0
62	9°10'40"N/81°56'17"W	Roca Virginia	10.3
63	9°12'46"N/81°55'36"W	Cayos Tigre Medio	10.0
64	9°11'11"N/81°52'55"W	Cusapín	10.7
65	9°09'00"N/81°51'07"W	Cayo Paloma Sur	13.3
66	9°07'50"N/81°47'58"W	Cayo Plátano Grande	12.3
67	9°04'55"N/81°48'53"W	Zapadilla	14.7
68	9°04'32"N/81°45'38"W	Punta Old Bess	11.7
69	9°01'53"N/81°42'42"W	Punta Cocoplum	8.0
70	8°48'08"N/81°23'39"W	Río Pasaula	7.3
71	8°47'46"N/81°15'53"W	Río Toncri	8.3

CUADRO 2

Porcentaje promedio (error estándar) para la cobertura de cada una de las especies más importantes (>0.1%) de corales escleractinidos en toda la región de Península de Valiente (n= 14 arrecifes).

Especie	% Cobertura
<i>Porites furcata</i>	3.98 (2.64)
<i>Agaricia tenuifolia</i>	3.69 (1.21)
<i>Siderastrea siderea</i>	1.53 (0.48)
<i>Millepora complanata</i>	1.35 (0.48)
<i>Montastraea cavernosa</i>	1.27 (0.90)
<i>Diploria clivosa</i>	1.19 (0.33)
<i>Porites astreoides</i>	1.07 (0.33)
<i>Acropora palmata</i>	0.86 (0.56)
<i>Agaricia danai</i>	0.72 (0.35)
<i>Colpophyllia natans</i>	0.56 (0.28)
<i>Diploria strigosa</i>	0.48 (0.12)
<i>Montastraea franki</i>	0.31 (0.14)
<i>Leptoseris cucullata</i>	0.27 (0.10)
<i>Millepora alcicornis</i>	0.20 (0.12)
<i>Madracis mirabilis</i>	0.19 (0.18)
<i>Mycetophyllia aliciae</i>	0.12 (0.07)

El número total promedio de reclutas presentó un patrón similar al de cobertura de coral. La mayor abundancia (> 4 reclutas/m<sup>2</sup>) se encontró hacia el lado oeste de la Península Valiente y Bahía Bluefield, en particular en aguas mayores a 5 m de profundidad (Fig. 4). En algunos arrecifes se encontraron densidades mayores a 9 reclutas/m<sup>2</sup>. La mayoría de los reclutas observados fueron de *Agaricia spp.*, seguidos por *Porites astreoides* y *Siderastrea siderea*.

Los octocorales se encontraron en forma abundante en los arrecifes al sur-oeste de la península (Fig. 2), en particular las dos especies incrustantes *Briareum asbestinum* y *Erythropodium caribaeorum*. Las esponjas estuvieron presentes en la mayoría de los arrecifes con coberturas promedio uniformes e inferiores al 5%, con la única excepción en el arrecife #63, que presentó hasta 25% (Fig. 2).

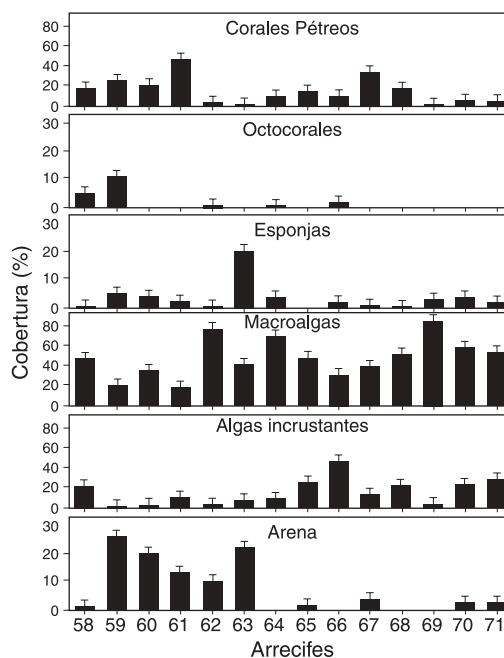


Fig. 2. Porcentaje promedio total por arrecife descrito y error estándar para la cobertura relativa de coral vivo escleractinidos y *Millepora spp.*, octocorales, esponjas, macroalgas, algas rojas coralinas y sustrato arenoso por m<sup>2</sup>, en Bocas del Toro, Panamá (según Fig. 1). Números en eje inferior indican los 14 arrecifes estudiados (ver Cuadro 1). Nótese que las escalas no son similares para cada taxón.

CUADRO 3

Lista de corales pétreos (escleractínios, *Millepora* spp.) encontrados hasta una profundidad de 25 m en cada uno de los 14 arrecifes estudiados entre Península de Valiente y el Río Calovébora, Provincia de Bocas del Toro, Panamá. Especie presente (x).

Especies	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
<i>Acropora cervicornis</i>										x				
<i>Acropora palmata</i>					x	x		x	x	x	x			
<i>Agaricia agaricites</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Agaricia danai</i>	x	x			x	x	x	x	x		x	x		x
<i>Agaricia fragilis</i>				x							x			
<i>Agaricia humilis</i>	x			x	x					x				
<i>Agaricia lamarcki</i>				x										
<i>Agaricia purpurea</i>					x						x			x
<i>Agaricia tenuifolia</i>	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x
<i>Agaricia undata</i>				x										
<i>Colpophyllia breviserialis</i>			x					x		x	x			
<i>Colpophyllia natans</i>	x	x	x	x			x	x	x	x	x			
<i>Dichocoenia stockesi</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
<i>Dichocoenia stellaris</i>								x						
<i>Diploria clivosa</i>		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Diploria labyrinthiformis</i>	x	x	x	x		x	x			x				
<i>Diploria strigosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eusmilia fastigiata</i>		x	x	x										
<i>Favia fragum</i>	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x		x
<i>Isophyllastrea rigida</i>	x	x			x	x	x				x		x	
<i>Isophyllia sinuosa</i>	x	x					x	x	x	x	x	x		x
<i>Leptoseris cucullata</i>	x	x	x	x				x	x	x	x			x
<i>Madracis asperula</i>							x							
<i>Madracis decactis</i>		x	x	x			x	x	x	x	x			
<i>Madracis mirabilis</i>			x	x						x				
<i>Madracis pharensis</i>			x					x						
<i>Madracis luciphila</i>								x						
<i>Manicina areolata</i>					x	x								
<i>Meandrina meandrites</i>		x		x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Meandrina brasiliensis</i>								x						
<i>Millepora alcicornis</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x		
<i>Millepora complanata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Montastraea annularis</i>			x	x						x				
<i>Montastraea cavernosa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Montastraea faveolata</i>	x	x	x	x			x	x	x	x	x			
<i>Montastraea franksi</i>	x		x	x				x		x				
<i>Mussa angulosa</i>	x	x	x					x		x	x	x		
<i>Mycetophyllia aliciae</i>	x	x	x	x				x	x	x	x			x
<i>Mycetophyllia danaana</i>	x	x		x				x						
<i>Mycetophyllia ferox</i>	x							x	x	x	x			
<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	x	x	x	x				x			x			
<i>Mycetophyllia reesi</i>				x										
<i>Oculina diffusa</i>		x	x											
<i>Porites astreoides</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Porites colonensis</i>	x							x	x				x	x
<i>Porites divaricata</i>	x	x									x			
<i>Porites furcata</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
<i>Porites porites</i>									x		x			
<i>Scolymia cubensis</i>			x	x				x		x				
<i>Scolymia lacera</i>			x	x				x		x				
<i>Siderastrea radians</i>		x				x		x	x				x	x
<i>Siderastrea siderea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenastrea bournoni</i>		x	x		x									
<i>Solenastrea hyades</i>	x	x	x	x	x			x						
<i>Stephanocoenia intersepta</i>		x	x	x				x						
Total	27	32	31	32	21	17	20	36	25	31	29	13	10	17



CUADRO 5

*Lista de especies de esponjas encontradas hasta una profundidad de 25 m en los 14 arrecifes estudiados entre Península de Valiente y el Río Calovébora, Provincia de Bocas del Toro, Panamá. Especie presente (X).*

Especies	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
<i>Acarus souriei</i>			x	x										
<i>Amphimedon compressa</i>		x	x	x	x	x				x			x	x
<i>Amphimedon erina</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Agelas clathrodes</i>			x	x										
<i>Agelas conifera</i>		x	x											
<i>Anthosigmella varians</i>		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Aplysina cauliformis</i>		x	x	x						x	x		x	x
<i>Aplysina fistularis</i>			x	x		x				x		x	x	
<i>Aplysina fulva</i>		x	x	x						x				
<i>Aplysina lacunosa</i>				x										
<i>Aplysilla gracilis</i>				x			x			x				
<i>Callyspongia vaginalis</i>	x	x	x	x	x	x				x				
<i>Chelonaplysilla erecta</i>												x		
<i>Chondrilla nucula</i>	x	x	x	x						x			x	x
<i>Cinachyra alloclada</i>						x	x	x						
<i>Cinachyra sp.</i>				x		x				x				x
<i>Clathria aspera</i>	x		x	x	x	x			x			x	x	x
<i>Cliona delitrix</i>		x	x	x										
<i>Cliona aprica</i>											x	x		
<i>Cliona langae</i>							x	x	x	x	x			
<i>Cribrochalina vasculum</i>	x	x		x									x	x
<i>Discodermia dissoluta</i>		x												
<i>Ectyoplasia ferox</i>	x	x	x	x									x	x
<i>Haliclona hogarthi</i>	x		x		x					x	x	x	x	
<i>Halisarca sp.</i>	x		x	x			x		x	x		x	x	
<i>Hyattella intestinalis</i>													x	x
<i>Ircinia campana</i>		x	x			x				x	x			x
<i>Ircinia felix</i>	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x
<i>Ircinia strobilina</i>			x	x		x				x				
<i>Iotrochota birotulata</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Monanchora barbadensis</i>		x												
<i>Monanchora unguifera</i>		x	x	x	x	x				x	x	x		
<i>Mycale arndti</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Mycale laevis</i>	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x	x
<i>Mycale laxissima</i>										x				
<i>Niphates amorpha</i>		x	x	x	x	x	x			x		x	x	x
<i>Niphates erecta</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Niphates ramosa</i>			x	x										
<i>Oceanapia bartschi</i>			x	x										
<i>Plakortis angulospiculatus</i>		x	x	x	x				x			x		
<i>Plakortis halichondroides</i>			x	x		x						x		
<i>Pseudoceratina crassa</i>		x	x	x	x								x	x
<i>Pseudaxinella lunaecharta</i>					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ptilocaulis walpersi</i>		x											x	x
<i>Spirastrella coccinea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Ulosa ruetzleri</i>	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x
<i>Xetospongia muta</i>	x	x	x	x	x	x					x	x		
<i>Xetospongia rosariensis</i>			x	x										
Total	15	27	33	34	18	22	12	8	11	25	16	22	22	22



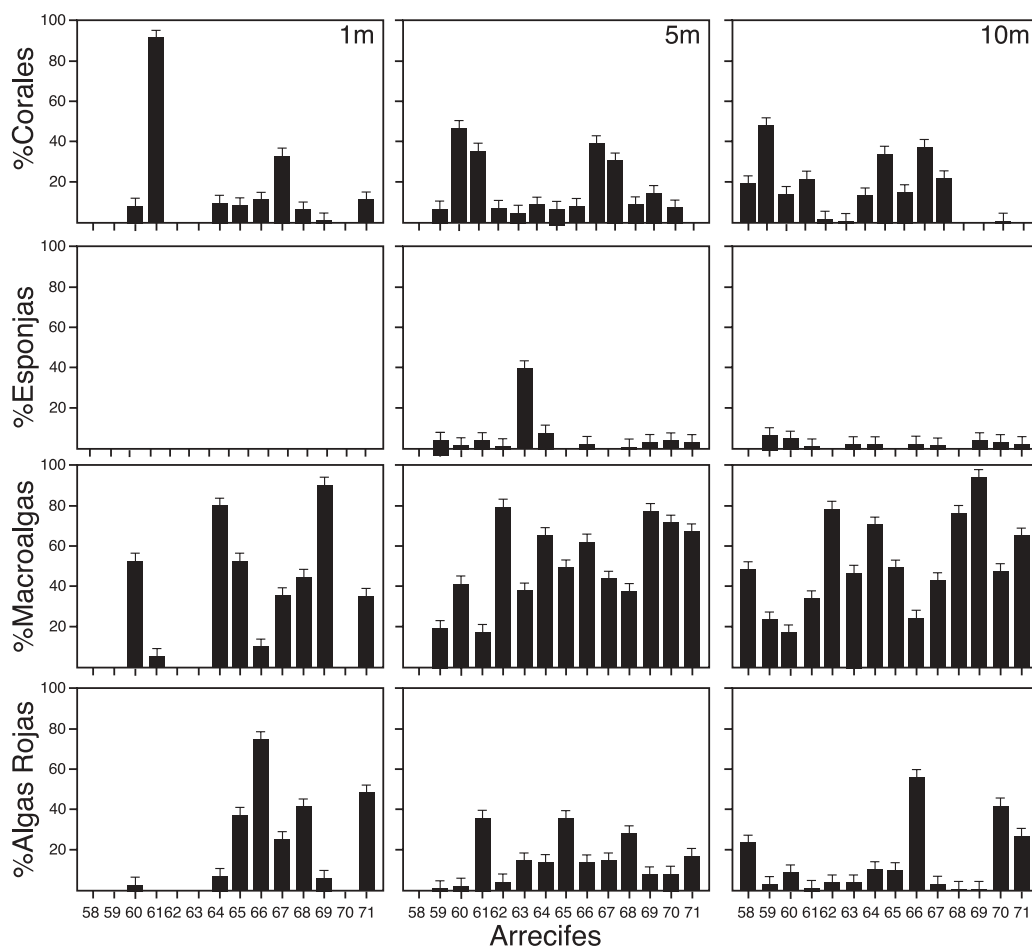


Fig. 3. Porcentaje promedio y error estándar de cobertura relativa para los principales grupos sésiles: coral vivo escleractínidos, esponjas, macroalgas y algas rojas coralinas por  $m^2$ , para cada profundidad indicada y arrecife individual descrito, en Bocas del Toro, Panamá (según Fig. 1). Números en eje inferior indican los 14 arrecifes estudiados (ver Cuadro 1). Nótese que las escalas son similares para cada taxón.

La mayor abundancia se presentó exclusivamente a profundidades mayores a 5 m (Fig. 3). Las macroalgas y algas rojas incrustantes dominaron en promedio el 50% y 17%, respectivamente, de la cobertura al comparar todos los arrecifes estudiados. Algunos arrecifes presentaron coberturas de macroalgas mayores al 70% y se observa una tendencia a encontrar mayor cobertura de ambos tipos de algas hacia el sector oriental del área de estudio y en todo el ámbito de profundidad (Figs. 2 y 3). Estos patrones de coberturas son significativamente inversos a los de corales y coinciden por lo ge-

neral con áreas de alta energía (Coeficiente de Correlación de Pearson,  $r = -0.709$ ,  $p = 0.004$ ,  $n = 14$ ). Las algas incrustantes se reducen en abundancia en la mayoría de los arrecifes al aumentar la profundidad (Fig. 3).

**Distribución de la diversidad:** en términos generales, la mayor diversidad de corales y esponjas se registró hacia el sector occidental de Península Valiente. Se encontraron 55 especies de corales en el área de estudio, incluyendo dos nuevos registros para el archipiélago de Bocas del Toro (59 especies en total) (*sensu* Holst y Guzmán 1993), *Dichocoenia stellaris*

y *Madracis luciphila*, y ninguna en abundancia en el área de estudio. Con la nueva especie de *Madracis* se incrementa la diversidad de corales de Panamá a 65 especies, de las cuales el 90% están presentes en Bocas del Toro. Únicamente en el arrecife de Cayo Pigeon (# 65) se encontró el 60% de las especies. La menor diversidad (< 1/3 del total) de escleractínidos se observa en los arrecifes de Cayos Tigre y al este de Punta Bruno Bluff (# 69) hacia el límite provincial, mientras que la mayor diversidad se concentró hacia el sector interno de Península Valiente, entre Punta Bluefield y la bahía del mismo nombre (Cuadro 3). Las especies más frecuentemente encontradas fueron *Agaricia agaricites*, *A. tenuifolia*, *Diploria strigosa*, *Millepora complanata*, *Montastraea cavernosa*, *Porites astreoides*, *P. furcata* y *Siderastrea siderea* (Cuadro 3). Se encontraron en un solo arrecife (# 65) varias colonias de gran tamaño (> 0.70 m) del coral *Meandrina brasiliensis*, considerado poco abundante en el Caribe e informado únicamente para otros tres arrecifes del archipiélago (Guzmán & Guevara 1998b). El coral *Acropora palmata* se encontró únicamente en seis de los 14 arrecifes estudiados concentrándose su mayor presencia hacia el sector de la Ensenada Tobobe y Punta Valiente, mientras que *A. cervicornis* se encontró en el arrecife de Zapadilla, también en la ensenada (Cuadro 3, Fig. 1).

Se encontraron 24 especies de octocorales en el área de estudio, con la mayor diversidad localizada en los arrecifes y bajos de octocorales entre Punta Valiente y Punta Bluefield, al extremo oeste de la península (Cuadro 4). Aquí, se encontraron entre 15 y 17 de las especies formando bajos extensos a profundidades graduales de 3-12 m, en un amplio sector sometido a las grandes corrientes del Canal del Tigre, entrada principal a la navegación de la Laguna de Chiriquí. Se informan por primera vez para el archipiélago tres especies: *Gorgonia mariae*, *Muriceopsis sulphurea* y *Muricea laxa*, aumentando así en un 10% la diversidad de Bocas del Toro a 32 especies en total. El número de especies de anémonas y zoántidos permaneció igual, con dos y seis especies en

total, respectivamente (Cuadro 4). Muchas de las especies de los grupos taxonómicos discutidos en este párrafo se blanquearon totalmente durante el calentamiento de 1997-98, sin observarse mortalidad.

Se registraron cinco nuevas especies de esponjas, lo que representa un incremento del 9% en el número de especies que hacen un total de 58 para Bocas del Toro. La diversidad total de esponjas en el área de estudio fue de 48 especies, encontrándose la mayor diversidad (71%) en los arrecifes internos de Bahía Bluefield (Cuadro 5). Llama la atención la relativa alta diversidad (46%) hacia los arrecifes de la región del límite provincial (# 69-71), debido al alto grado de exposición al oleaje de este sector y tanto a la baja heterogeneidad morfológica como a la baja diversidad de hábitats disponibles en estos arrecifes. Algunas especies de esponjas que consideramos poco comunes en la mayoría de los sitios (< 4% de los arrecifes) y que parecen ser más abundantes hacia las dos áreas de mayor diversidad son: *Acarnus souriei*, *Agelas conifera*, *Aplysina lacunosa*, *Chelonaplysilla erecta*, *Cliona aprica*, *Discodermia dissoluta*, *Hyattella intestinalis*, *Monanchora barbadensis*, *Mycale laxissima*, *Niphates ramosa*, *Xetospongia rosariensis* y *Oceanapia bartschi*.

## DISCUSIÓN

Los arrecifes aquí descritos presentan características en su estructura y composición bastante similares a los ya descritos para Bocas del Toro. Algunas especies nuevas de organismos arrecifales han sido encontradas pero posiblemente tengan una distribución más amplia dentro del archipiélago. Las esponjas, sin embargo, parecieran aumentar en diversidad y abundancia hacia el sector de Península de Valiente. Esto último es importante debido a que las esponjas son centros de reclutamiento y refugio para numerosas especies de organismos, en particular para juveniles de langosta (*sensu* Herrnkind *et al.* 1997), que es el

principal recurso explotado y amenazado en este sector de la provincia.

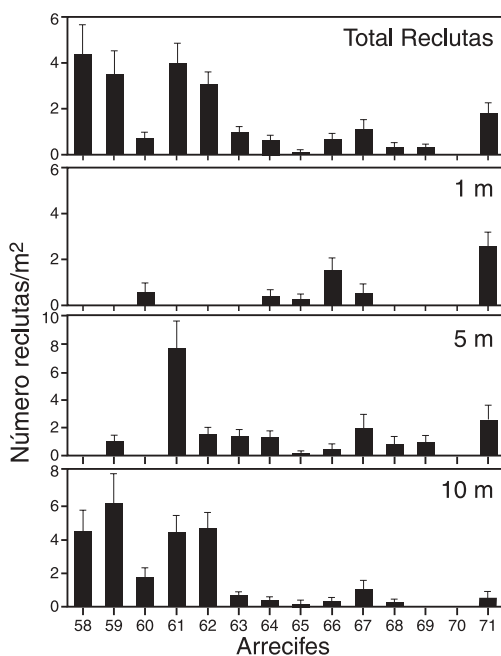


Fig. 4. Número total de reclutas por  $m^2$  de corales escleractínidos (individuos de tamaño inferior a 4 cm) para cada arrecife descrito y para las tres profundidades. Nótese que las escalas son diferentes entre profundidades.

En términos generales, la cobertura de coral fue baja comparada con otras áreas estudiadas que presentan coberturas superiores al 30% (Guzmán & Guevara 1998a, 1998b), pero la diversidad de corales escleractínidos permaneció similar. La cobertura de macroalgas por lo general es utilizada como indicador de deterioro general del ecosistema (Littler & Littler 1984, Hughes 1994) y en algunos casos específicos como indicador de enriquecimiento de nutrientes (Tomascik & Sanders 1987, Lapointe 1997). Aunque bastante homogénea la cobertura de algas en este nuevo sector descrito del archipiélago e inversamente relacionado con la cobertura de coral, parece reflejar momentáneamente dos condiciones naturales distintas y difíciles de separar que expliquen sus altas densidades. Estas son la disponibilidad de nuevo sustrato al re-

ducirse la cobertura de coral por el calentamiento del mar y enfermedades que han afectado el Caribe de Panamá por varios años y la alta energía o grado de exposición al oleaje al que están sujetos muchos de estos arrecifes. Sin lugar a dudas la razón no es antrópica, al menos directamente. Sin embargo, el área de mayor cobertura coralina y mayor reclutamiento de la Península de Valiente coincide con arrecifes protegidos del oleaje al igual que otros sectores del archipiélago (ver Guzmán & Guevara 1998b), pero susceptibles a la alta sedimentación (ver Rogers 1990), que ha incrementado recientemente con las actividades agrícolas y ganaderas que se realizan a gran escala y a una distancia muy corta de los arrecifes. De igual forma, los arrecifes de la Ensenada de Tobobe están amenazados, en particular, las grandes extensiones del coral *Acropora palmata*, el cual ha sido afectado en todo el Gran Caribe por enfermedades (Gladfelter 1982) y calentamiento (Guzmán *et al.* 1991). Debido a su poca abundancia actual en todo el Caribe, se está considerando como una posible especie amenazada o en peligro de extinción regional (<http://www.coral.aoml.noaa.gov/themes/endangered1.html>). Esta región de Bocas del Toro presenta las mejores poblaciones de *A. palmata* en Panamá identificadas hasta la fecha.

El archipiélago de Bocas del Toro tiene una reserva marina de aproximadamente 11 730 ha y ya se ha demostrado que no alberga los mejores arrecifes ni la más abundante diversidad de especies asociadas a estos (Guzmán & Guevara 1999). El descubrimiento de grandes poblaciones de *A. palmata* en la Ensenada de Tobobe justifican una vez más la necesidad de modificar el área protegida actual, de forma que se incorpore dentro de los planes de conservación este nuevo sector y otros ya descritos con anterioridad (ver Guzmán & Guevara 1998b, 1999). Es característico que la mayoría de las reservas marinas se seleccionen sin una clara justificación científica (*sensu* Allison *et al.* 1998), pero ese ya no es el caso para este sector de Panamá ni existe alguna excusa por parte de las autoridades que no permita las modificaciones necesarias. Allison *et al.*

(1998), indican la necesidad de crear reservas marinas verdaderamente efectivas y con mayor potencial de conservación que las existentes. Ellos consideran obviamente un aumento en el número de áreas y especies protegidas pero enfatizan además, una protección adecuada e integral de los ecosistemas afuera y alrededor de las reservas ya existentes, de lo contrario, la efectividad de la reserva estaría reducida. Para evaluar lo anterior, sería importante saber si las poblaciones protegidas podrán persistir a pesar de cambios climáticos episódicos o un aumento en contaminación o enfermedades (Allison *et al.* 1998). Además, los autores enfatizan la necesidad de conocer mejor el mínimo flujo que hace viable las poblaciones debido a que las poblaciones están más abiertas y se mezclan altamente entre sí. Con esto se garantiza el flujo constante de larvas que mantengan las poblaciones locales. En el caso de *Acropora*, es importante evaluar los niveles genéticos de inter-conectividad entre la población de Toboche con el resto de Bocas y Panamá (ver Guzmán & Guevara 1998a).

Finalmente, con este trabajo se finalizan los estudios individuales y descriptivos sobre distribución, abundancia y estado actual de conservación de los arrecifes de Bocas del Toro, lo cual supone permitirá a las autoridades encargadas de los recursos naturales ampliar el enfoque actual de conservación de estos ecosistemas e implementar un manejo integral del archipiélago y su biodiversidad. Sabemos la existencia de cierta controversia en cuanto a la validez de utilizar la distribución, diversidad y abundancia de especies para definir áreas de conservación, particularmente ecosistemas terrestres (ver Conroy & Noon 1996). Aunque tenemos claro que estos parámetros ecológicos no necesariamente reflejan todos los procesos que afectan una comunidad o ecosistema, consideramos que la información cuantitativa obtenida en estos trabajos sí permite un apoyo sólido y seguro a la toma de decisiones. Una variable importante a incluir en nuestros estudios fue el reclutamiento de corales, lo cual permite evaluar varios procesos biológicos y ecológicos. Nuestros estudios y recomendaciones se

basan en la descripción de 71 arrecifes coralinos comprendidos en 564 km de costa dentro de los límites provinciales. Considerando las recomendaciones mencionadas anteriormente en la introducción (Guzmán y Guevara 1998a, 1998b, 1999), quisiéramos agregar las más importantes para este último trabajo.

Controlar la extensa deforestación de los bosques a lo largo de esta costa evitándose un aumento en la sedimentación, la cual ya se observa en el sector occidental de la península, en Cusapín y en la Ensenada de Toboche. En particular, el sector de Bahía Bluefield, donde se encuentran los arrecifes mejor desarrollados, conservados y diversos de la Península Valiente.

Crear algún tipo de reserva o área de manejo especial dentro de la Ensenada de Toboche. Aquí se encuentran las poblaciones más grandes del coral *Acropora palmata* de Panamá encontradas hasta la fecha, especie de coral amenazada en todo el Gran Caribe y que requiere de protección inmediata. Los niveles genéticos de conectividad de esta especie deben ser evaluados a nivel local y regional.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a J. Espino por organizar toda la logística del presente trabajo. A X. Guerra por el diseño inicial del mapa base y a K. Kaufmann por preparar la base de datos. Este estudio fue financiado por el Smithsonian Tropical Research Institute.

## RESUMEN

Este estudio, cuarto y último donde se describen los arrecifes coralinos de Bocas del Toro y su estado de conservación en forma individual, contempla a 14 arrecifes continentales en 129 km de costa comprendidos entre la Península Valiente y el Río Calovébora. Se encontró una cobertura de coral vivo promedio para esta región de 17.1% ( $\pm 3.6\%$ ), principalmente en el sector occidental de la península, en particular la zona interna de Bahía Bluefield, y en el sector de Toboche. La cobertura de coral aumenta con la profundidad ( $> 5$  m) en la mayoría de los arrecifes. Dos especies de coral, *Porites furcata* y *Acropora palmata*, dominan las aguas superficiales. El coral

*Acropora palmata* se encontró abundante en seis de los 14 arrecifes estudiados concentrándose su mayor presencia hacia el sector de la Ensenada Tobobe y Punta Valiente. Los patrones de reclutamiento son similares en distribución a los de mayor cobertura, presentándose densidades promedios de 4 reclutas/m<sup>2</sup> (hasta 9 reclutas/m<sup>2</sup>) principalmente *Agaricia spp.*, *Porites astreoides* y *Siderastrea siderea*. La mayor diversidad de corales y esponjas se registró hacia el sector occidental de Península Valiente encontrándose 55 especies de corales en el área de estudio, incluyendo dos nuevos registros para Bocas del Toro (59 especies en total); *Dichocoenia stellaris* y *Madracis luciphila*, incrementando también la diversidad de corales de Panamá a 65 especies. Se encontraron 24 especies de octocorales, informándose por primera vez tres especies: *Gorgonia mariae*, *Muriceopsis sulphurea* y *Muricea laxa*, aumentando así en un 10% la diversidad de Bocas del Toro a 32 especies en total. Se registraron cinco nuevas especies de esponjas, lo que representa un incremento del 9% en el número de especies que hacen un total de 58 para Bocas del Toro. La diversidad total de esponjas en el área de estudio fue de 48 especies. Se encontraron grandes poblaciones de *Acropora palmata* en la Ensenada de Tobobe lo que justifica, una vez más, la necesidad de modificar el área protegida actual de forma que se incorpore dentro de los planes de conservación este nuevo sector.

## REFERENCIAS

- Allison, W.R., J. Lubchenco & M.H. Carr. 1998. Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecol. Applic.* 8: S79-S92.
- Conroy, M.J. & B.R. Noon. 1996. Mapping of species richness for conservation of biological diversity: conceptual and methodological issues. *Ecol. Applic.* 6: 763-773.
- Gladfelter, W.B. 1982. White-band disease in *Acropora palmata*: implications for the structure and growth of shallow reefs. *Bull. Mar. Sci.* 32: 639-643.
- Guzmán, H.M. & C.A. Guevara. 1998a. Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: I. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes continentales de la laguna de Chiriquí y la Bahía Almirante. *Rev. Biol. Trop.* 46: 601-623.
- Guzmán, H.M. & C.A. Guevara. 1998b. Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: II. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes de las islas Bastimentos, Solarte, Carenero y Colón. *Rev. Biol. Trop.* 46: 893-916.
- Guzmán, H.M. & C.A. Guevara. 1999. Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: III. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes de las islas Pastores, Cristóbal, Popa y Cayo Agua. *Rev. Biol. Trop.* 47: 659-675.
- Guzmán, H.M., J.B.C. Jackson & E. Weil. 1991. Short-term ecological consequences of a major oil spill on Panamanian subtidal reef corals. *Coral Reefs* 10: 1-12.
- Hermkind, W.F., M.J. Butler, J.H. Hunt & M. Childress. 1997. Role of physical refugia: implications from a mass sponge die-off in a lobster nursery in Florida. *Mar. Freshwater Res.* 48: 759-769.
- Holst, I. & H.M. Guzmán. 1993. Lista de corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia; Hydrozoa: Milleporina) a ambos lados del istmo de Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 41: 535-540.
- Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265: 1547-1551.
- Lapointe, B.E. 1997. Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida. *Limnol. Oceanogr.* 42: 1119-1131.
- Little, M.M. & D.S. Little. 1984. Models of tropical reefs biogenesis: the contribution of algae. *Prog. Phycol. Res.* 3: 323-364.
- Rodríguez, E., R. Almanza & R. Alvarado. 1993. Situación biofísica y ambiental de la Provincia de Bocas del Toro, p. 55-72. In S. Heckadon-Moreno (ed.). *Agenda Ecológica y Social para Bocas del Toro*. Impresora Continental, Panamá.
- Rogers, C.S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 185-202.
- Rogers, C.S., H.C. Fitz, M. Gilnack, J. Beets & J. Hardin. 1984. Scleractinian coral recruitment at Salt River submarine canyon, St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Coral Reefs* 3: 69-76.
- Rylaarsdam, K.W. 1983. Life histories and abundance patterns of colonial corals on Jamaican reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13: 249-260.
- Sullivan, K.M. & M. Chiappone. 1992. A comparison of belt quadrat and species presence/absence sampling of stony corals (Scleractinia and Milleporina) and sponges for evaluating species patterning on patch reefs of the central Bahamas. *Bull. Mar. Sci.* 50: 464-488.

Sullivan, K.M., M. Chiappone & C. Lott. 1994. Abundance patterns of stony corals on platform margin reefs of the Caicos Bank. *Bahamas J. Sci.* 1: 2-12.

Tomascik, T. & F. Sanders. 1987. Effects of eutrophication on reef-building corals II. Structure of scleractinians coral communities on fringing reefs, Barbados, West Indies. *Mar. Biol.* 94: 53-75.